

**Sigle : GEN6353 Gr. 01****Titre : Électronique de puissance pour les énergies renouvelables****Session : Automne 2025 Horaire et local****Professeur : Miloud Rezkallah****1. Description du cours paraissant à l'annuaire :****Objectifs**

L'objectif principal du cours est d'offrir aux étudiant·es les connaissances et compétences essentielles pour comprendre et maîtriser les convertisseurs d'énergie nécessaires à l'intégration efficace, fiable et intelligente des sources d'énergie renouvelables (solaire, éolien, etc.) dans les systèmes électriques.

**Contenu**

**Le cours comprend :** Introduction à l'électronique de puissance. Dispositifs semi-conducteurs de puissance. Convertisseurs CC/CC. Convertisseurs CA/CC. Convertisseurs CC/CA. Convertisseurs CA/CA. Convertisseurs résonants et à commutation douce. Convertisseurs multiniveaux. Contrôle des systèmes électroniques de puissance. Maintenance prédictive et diagnostic sur les convertisseurs de puissance.

Descriptif – Annuaire**2. Objectifs spécifiques du cours :**

À la fin du cours, les étudiant·es seront en mesure de : Comprendre le rôle central des convertisseurs électroniques (CA/CC, CC/CA, CC/CC, CA/CA et les convertisseurs résonants), y compris les convertisseurs multiniveaux, dans les systèmes d'énergie renouvelable. Maîtriser le fonctionnement et les caractéristiques des dispositifs semi-conducteurs de puissance (IGBT, MOSFET, thyristors, Transistors de puissance en carbure de silicium (SiC) et en nitrure de gallium (GaN), etc.). Analyser les topologies de conversion utilisées dans les systèmes solaires, éoliens et de stockage (onduleurs, MPPT, chargeurs bidirectionnels, etc.). Étudier les méthodes de commande (PWM, MPPT, logique floue, contrôle prédictif, etc.) afin d'optimiser le rendement et la stabilité des systèmes. Évaluer les performances énergétiques, la qualité de l'énergie et les contraintes liées à l'intégration des énergies renouvelables (harmoniques, intermittence, etc.). Appliquer les connaissances acquises à des études de cas réels ou à des simulations de systèmes énergétiques hybrides intelligents, et être en mesure de réaliser l'entretien prédictive et le diagnostic sur les convertisseurs de puissance ainsi que leurs circuits associés.

**3. Stratégies pédagogiques :**

Les formules suivantes seront utilisées :

1. Cours magistral (une période par semaine).
2. Problèmes à solutionner se rattachant au cours.
3. Séances de laboratoire.
4. Lecture personnelle.

**Préalables:**

- Aucun préalable requis.

**Séances de cours en présentiel**, de 3 h/semaine comprenant les stratégies pédagogiques suivantes :

**Incidence sur la santé et la sécurité :**

- La politique du département en matière de santé et sécurité s'applique.
- Des notions de travail et de conception sécuritaire seront abordées lors de diverses séances du cours.
- Une formation en sécurité dans les laboratoires est requise.

**Cours magistraux :**

La participation et les échanges en classe sont les bienvenus. Le respect va dans les deux (2) sens. Veuillez respecter vos collègues et vos professeurs en classe (ne pas être un élément perturbateur) et vous serez traité avec le même respect en retour. Prière de ne pas arriver en retard au cours et de ne pas quitter avant la fin du cours – si vous devez quitter avant la

fin du cours, veuillez en informer le professeur au début du cours et minimiser votre perturbation en occupant un siège près de la porte.

Par ailleurs, dans l'intérêt de tous et pour créer un climat calme et propice à l'apprentissage, vous devez garder dans votre sac tous les objets TIC pouvant affecter l'attention des autres étudiants et celle du professeur. Ceci inclut l'ordinateur portable, le téléphone cellulaire (en mode fermé ou silencieux) et autres outils de communication (SMS, etc.), journaux et lecteurs MP3. Votre collaboration sera grandement appréciée par le professeur et les autres étudiant(e)s. En effet, l'utilisation des TIC dans la salle de classe ne peut se faire qu'à des fins pédagogiques; les autres formes d'utilisation pouvant être potentiellement une source de distraction pour le professeur ou les autres étudiant(e)s.

#### **Plagiat :**

Les sanctions prévues à la politique institutionnelle sur le plagiat seront appliquées aux étudiant(e)s identifié(e)s par le professeur.

#### **4. Heures de disponibilité ou modalités pour rendez-vous :**

Sur rendez-vous par courriel (miloud.rezkallah@uqo.ca).

#### **5. Plan détaillé du cours sur 15 semaines :**

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Dates        |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1 | <b>Chapitre 1 : Introduction à l'électronique de puissance</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Définition de l'électronique de puissance</li> <li>Aperçu des dispositifs électroniques de puissance et de leurs caractéristiques</li> <li>Applications de l'électronique de puissance</li> <li>Comparaison de l'électronique de puissance avec la technologie traditionnelle</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2 sep. 2025  |
| 2 | <b>Chapitre 2 : Dispositifs semi-conducteurs de puissance</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diodes de puissance</li> <li>Thyristors</li> <li>Transistors bipolaires de puissance (BJT)</li> <li>MOSFET</li> <li>IGBT</li> <li>Transistor de puissance en carbure de silicium (SiC)</li> <li>Transistor de puissance en nitrure de gallium (GaN)</li> <li>Caractéristiques générales des transistors</li> <li>Circuits de déclenchement de gâchette</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                              | 9 sep. 2025  |
| 3 | <b>Chapitre 3 : Convertisseurs CC/CC</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Introduction aux convertisseurs CC/CC</li> <li>Convertisseurs abaisseurs (Buck)</li> <li>Convertisseurs élévateurs (Boost)</li> <li>Convertisseurs abaisseurs-élévateurs (Buck-Boost)</li> <li>Convertisseurs Ćuk</li> <li>Convertisseurs SEPIC</li> <li>Convertisseurs Zeta</li> <li>Convertisseurs Luo</li> <li>Effets des éléments parasites</li> <li>Convertisseurs synchrones et bidirectionnels</li> <li>Principes de commande</li> <li>Applications des convertisseurs CC-CC pour les énergies renouvelables</li> </ul> <b>Lab. de simulation en temps réel 1: Convertisseurs à CC (Lab1, Lab2 et Lab 3)</b> | 16 sep. 2025 |
| 4 | <b>Chapitre 3 (suite)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 23 sep. 2025 |
| 5 | <b>Chapitre 4 Convertisseurs CA/CC</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Introduction aux convertisseurs CA/CC</li> <li>Caractéristiques de performance des CA/CC</li> <li>Redresseurs non contrôlés</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 30 sep. 2025 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |              |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redresseurs contrôlés</li> <li>• Considérations pratiques</li> <li>• Applications CA/CC</li> </ul> <b>Lab. de simulation en temps réel 2: Convertisseurs CA/CC (Lab.1, Lab.2 et Lab. 3)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |
| 6  | <b>Chapitre 5 : Convertisseurs CC/CA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction aux convertisseurs CC/CA</li> <li>• Onduleurs monophasés</li> <li>• Onduleurs triphasés</li> <li>• Techniques de modulation de largeur d'impulsion (PWM)</li> <li>• Applications CC/CA pour les énergies renouvelables</li> </ul> <b>Lab. de simulation en temps réel 3 : Convertisseurs CC/CA (Lab.1et Lab.2)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 7 oct. 2025  |
| 7  | <b>Semaine d'études</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 14 oct. 2025 |
| 8  | <b>Examen de mi-session</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 21 oct. 2025 |
| 9  | <b>Chapitre 6 : Convertisseurs CA/CA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction aux convertisseurs CA/CA</li> <li>• Convertisseurs CA/CA monophasés</li> <li>• Convertisseurs CA/CA triphasés</li> <li>• Cycloconvertisseurs</li> <li>• Techniques de commande des convertisseurs CA/CA</li> <li>• Harmoniques, filtrage et qualité de l'énergie</li> <li>• Rendement, pertes et gestion thermique</li> <li>• Considérations pratiques de conception et applications</li> <li>• Application des convertisseurs CA/CA pour les énergies renouvelables</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                            | 28 oct. 2025 |
| 10 | <b>Chapitre 7 : Convertisseurs résonants et à commutation douce</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction</li> <li>• Classification</li> <li>• Interrupteur résonant</li> <li>• Convertisseurs quasi-résonants</li> <li>• ZVS dans les applications haute fréquence</li> <li>• Convertisseurs multi-résonants</li> <li>• Convertisseurs à transition de tension nulle</li> <li>• Réseau de serrage actif non dissipatif</li> <li>• Convertisseurs à charge résonante</li> <li>• Circuits de commande pour convertisseurs résonants</li> <li>• Convertisseurs quasi-résonants à période étendue</li> <li>• Commutation douce et suppression des EMI</li> <li>• Circuits d'amortissement et commutation douce pour dispositifs de forte puissance</li> <li>• Onduleurs CC-CA à commutation douce</li> </ul> | 4 nov. 2025  |
| 11 | <b>Chapitre 8 : Convertisseurs multiniveaux</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définition des onduleurs multi-niveaux</li> <li>• Stratégies de commande des convertisseurs multiniveaux</li> <li>• Configuration des convertisseurs multiniveaux</li> <li>• Applications des convertisseurs multiniveaux pour les énergies renouvelables</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 11 nov. 2025 |
| 12 | <b>Chapitre 9 : Contrôle des systèmes électroniques de puissance</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction et vue d'ensemble</li> <li>• Techniques de commande des systèmes électroniques de puissance</li> <li>• Commande numérique des systèmes électroniques de puissance</li> <li>• Commande par logique floue</li> <li>• Commande prédictive (MPC)</li> <li>• Commandes adaptatives et robustes</li> <li>• Commande par réseaux de neurones</li> <li>• Techniques de commande sans capteur</li> <li>• Considérations pratiques et applications</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                            | 18 nov. 2025 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tendances émergentes et technologies futures</li> <li><b>Lab. de simulation en temps réel 4 : Micro-réseau électrique</b></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |
| 13 | <b>Chapitre 10 : Aspects pratiques de diagnostics pour les convertisseurs de puissance</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Introduction</li> <li>Compréhension approfondie des défauts courants</li> <li>Techniques pratiques de mesure</li> <li>Analyse dynamique et de la boucle de contrôle</li> <li>Méthodologie structurée de diagnostic</li> <li>Maintenance prédictive des convertisseurs de puissance</li> <li>Application</li> </ul> | 25 nov. 2025 |
| 14 | <b>Présentation orale du projet</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2 déc. 2025  |
| 15 | <b>Examen final</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 9 déc. 2025  |

## 6. Évaluation du cours :

| Outils d'évaluation           | Pondération | Indicateurs évalués |
|-------------------------------|-------------|---------------------|
| Travaux pratiques (4 séances) | 20 %        |                     |
| Projet                        | 30 %        |                     |
| Examen de mi-session          | 25 %        |                     |
| Examen final                  | 25 %        |                     |

- Un projet à réaliser en duo ou individuellement sera assigné aux étudiant(e)s au cours de la session. Il devra être remis à la fin de celle-ci. Le travail sera effectué progressivement, en suivant les concepts abordés tout au long de la session.
- Tout appareil électronique personnel (cellulaires et autres outils de communication, lecteurs MP3...) est interdit pendant les examens et l'utilisation non autorisée d'un tel dispositif électronique sera considérée comme une fraude selon le terme de la procédure concernant les infractions relatives aux études et sanctions.
- La note minimale pour réussir est un C.
- Aucun délai pour les devoirs ne sera négociable (sauf force majeure) et une note de zéro (0) sera attribuée. Le rapport doit être remis via le site Moodle du cours.

## 7. Politiques départementales et institutionnelles :

- Politiques relatives à la tenue des examens
- Note sur le plagiat et les fraudes
- Politique relative à la qualité de l'expression française écrite chez les étudiants et les étudiantes de premier cycle à l'UQO
- Absence aux examens : cadre de gestion, demande de reprise d'examen (formulaire)

Tolérance **ZÉRO** en matière de violence à caractère sexuel.

Le Bureau d'intervention et de prévention en matière de harcèlement (BIPH) a pour mission d'accueillir, soutenir et guider toute personne vivant une situation de harcèlement, de discrimination ou de violence à caractère sexuel. Le BIPH oriente ses actions afin de prévenir les violences à caractère sexuel pour que nous puissions étudier, travailler et s'épanouir dans un milieu sain et sécuritaire.

Vous vivez ou êtes une personne témoin d'une situation de violence à caractère sexuel ? Vous êtes une personne membre de la communauté étudiante ou une personne membre du personnel, autant à Gatineau qu'à Ripon et St-Jérôme, l'équipe du BIPH est là pour vous, sans jugement et en toute confidentialité.

Ensemble, participons à une culture de respect.

Pour de plus amples renseignements consultez [UQO.ca/biph](https://uqo.ca/biph) ou écrivez-nous au [Biph@uqo.ca](mailto:Biph@uqo.ca)

## 8. Principales références :

- RASHID, Muhammad H. (ed.). Power electronics handbook. Butterworth-heinemann, 2017.
- MANIKTALA, Sanjaya. Troubleshooting switching power converters: a hands-on guide. Elsevier, 2011.
- KOMURCUGIL, Hasan, BAYHAN, Sertac, GUZMAN, Ramon, et al. Advanced control of power converters: Techniques and matlab/simulink implementation. John Wiley & Sons, 2023.
- ABU-RUB, Haitham, MALINOWSKI, Mariusz, et AL-HADDAD, Kamal. Power electronics for renewable energy systems, transportation and industrial applications. John Wiley & Sons, 2014.
- BOSE, Bimal K. Power electronics in renewable energy systems and smart grid: technology and applications. 2019.
- ERICKSON, Robert W. et MAKSIMOVIC, Dragan. Fundamentals of power electronics. Springer Science & Business Media, 2007.

## 9. Page Web du cours :

<https://moodle.uqo.ca>